

Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil

Building sustainability indicators: state-of-the-art and challenges for development in Brazil

Vanessa Gomes da Silva

Resumo

Indicadores de sustentabilidade do ambiente construído descrevem os seus impactos ambientais, econômicos e sociais para projetistas, proprietários, usuários, gestores, desenvolvedores de políticas públicas e demais partes interessadas da indústria de construção. Tais indicadores capturam tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias, entre outros papéis. Indicadores de sustentabilidade surgiram primeiro na esfera das nações, notavelmente em resposta à Agenda 21, mas métricas são necessárias em todos os níveis. No Brasil, notam-se esforços para definir indicadores de sustentabilidade nas diferentes escalas do espaço construído, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Este trabalho tem quatro objetivos principais: revisar a literatura internacional e conceituar indicadores de sustentabilidade e outros termos relevantes; estimular uma reflexão estratégica quanto às barreiras e desafios para o estabelecimento de indicadores nacionais; identificar necessidades de pesquisa para promover avanço efetivo neste campo; e realizar um corte na área de conhecimento e discutir procedimentos metodológicos para a definição de indicadores de sustentabilidade de edifícios no Brasil. Um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade é proposto: (a) definir uma metodologia consensual e uma estrutura de organização de indicadores; (b) definir indicadores nacionais, comuns, para serem acompanhados nas diferentes regiões, assim como um bloco de indicadores locais que se fizerem necessários em cada caso; (c) criar bases de indicadores e de dados nacionais; e (d) tornar esses dados amplamente acessíveis e atualizados.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Indicadores. Avaliação. Edifícios. Ambiente construído.

Abstract

Sustainability indicators of the built environment describe its environmental, economic and social impacts for designers, owners, users, managers, policy makers and other stakeholders from the building sector. Such indicators capture trends to inform decision agents, guide policies and strategies development and monitoring, among other roles. Sustainability indicators rose initially at the nations' sphere, most of them in response to Agenda 21, but sustainability metrics are necessary at all levels. In Brazil, there are several efforts to define sustainability metrics for the built environment at different scales. However, the existing metrics vary greatly, being defined by criteria and methodologies that are not necessarily replicable. This paper has four major goals: to revise international literature and define sustainability indicators; to stimulate a strategic reflection on difficulties and barriers for the establishment of sustainability indicators for the built environment in Brazil; to identify research needs to promote effective advance in this field; and to discuss methodological procedures to develop indicators at the building level.

A set of guidelines for developing sustainability indicators is proposed: (a) define a framework and methodology for developing sustainability indicators; (b) define common indicators to be monitored at national level, as well as groups of local indicators, selected as appropriate; (c) create a national database; and (d) make these data publicly available and up-to-date.

Keywords: Sustainability. Indicators. Assessment. Buildings. Built environment.

Vanessa Gomes da Silva
Departamento de Arquitetura e
Construção
Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Campinas
Av. Albert Einstein, 951
Cidade Universitária
Campinas - SP - Brasil
CEP 13083-852
Tel.: (19) 3521-2411
E-mail: vangomes@fec.unicamp.br

Recebido em 26/04/06

Aceito em 28/10/06

Introdução

Um indicador é um parâmetro (propriedade medida ou observada) ou valor derivado de parâmetros que fornece informações sobre determinado fenômeno (OECD, 1993). Um indicador possui significado sintético e é desenvolvido para um objetivo específico. Essas duas características fazem com que seu significado transcenda as propriedades diretamente associadas ao valor do parâmetro e apontam as principais virtudes do uso de indicadores, que são:

(a) reduzir o número de medidas e parâmetros necessários para descrever determinada situação. Conseqüentemente, o número de indicadores e o nível de detalhamento contido num conjunto de indicadores têm de ser limitados. Por um lado, um índice único¹ ou um número demasiadamente pequeno de indicadores podem ser insuficientes para prover a informação necessária ou podem incorrer em dificuldades metodológicas que crescem com o nível de agregação de informações. Por outro lado, um número excessivo de indicadores tende a distorcer a visão geral que o conjunto supostamente deveria fornecer; e

(b) simplificar o processo de informação através do qual os resultados dessas medidas chegam ao usuário final.

O estabelecimento de metodologias de avaliação de sustentabilidade pressupõe a utilização de indicadores de sustentabilidade confiáveis, representativos, comparáveis e rastreáveis. Para ser útil, um indicador deve, portanto, permitir uma explicação das razões das mudanças em seu valor ao longo do tempo, ser suficientemente simples na maneira com que descreve problemas freqüentemente complexos, e usar definições comuns de componentes-chave e normalização para permitir comparações (COLE, 2002).

Indicadores de sustentabilidade descrevem os impactos ambientais, econômicos e sociais de edifícios para os proprietários, usuários dos edifícios e demais partes interessadas da indústria de construção. Tais métricas são necessárias para simplificar e comunicar informações complexas, e podem ser utilizadas para (ISO, 2005a):

(a) avaliação (contra valores de referência ou metas);

(b) diagnóstico (para apontar fatores que afetam a sustentabilidade);

(c) comparação (entre alternativas e edifícios); e

(d) monitoramento (mudança ao longo do tempo).

Indicadores de sustentabilidade capturam tendências para informar os agentes de decisão, orientar o desenvolvimento e o monitoramento de políticas e estratégias, e facilitar o relato das medidas adotadas para a implementação do desenvolvimento sustentável. Ao fornecerem as informações e retroalimentação necessárias para a tomada de decisões, esses indicadores permitem: (a) facilitar o estabelecimento de metas e o desenvolvimento de padrões de referência para avaliação e monitoramento de desempenho (*benchmarking*); (b) medir ou descrever o desempenho (aderência às metas estabelecidas) de programas, ações, edifícios e projetos, de diferentes agentes do processo de construção ou de diferentes regiões ou países; (c) monitorar periodicamente o progresso em direção à sustentabilidade; (d) propiciar comunicação com clientes e demais partes interessadas; e (e) derivar benefícios diretos de relato de sustentabilidade e de benchmarking do desempenho (SILVA, 2003).

O Quadro 1 posiciona o conceito de indicador em relação a outros termos relacionados à sustentabilidade do ambiente construído. Um indicador pode descrever diretamente um impacto e tomar a forma de categorias de impacto tradicionais, como definidas na sessão 5.3, da norma ISO 14.042 (ISO, 2000), e expressar quantidade de cargas (ex.: emissões de CO₂) ou de impactos (ex.: contribuição à mudança climática, expressa em CO₂ equivalente); ou ser um indicador de consequência (indireto), que descreve aspectos que influenciam a magnitude de cargas ou impactos (ex.: distância do edifício aos serviços de transporte público, considerada a freqüência das linhas).

Deve ficar claro que um indicador não é um número – apesar de esta ser uma acepção freqüentemente utilizada –, e sim uma variável para a qual pode ser medido ou atribuído um valor, que pode ser quantitativo ou qualitativo. Convém esclarecer também que, apesar de influenciarem desempenho com relação a vários itens de sustentabilidade, recomendações práticas ou diretrizes para a seleção de materiais, produtos e sistemas não são indicadores. Indicadores possuem natureza mais genérica, enquanto os valores a eles atribuídos são específicos para cada caso. Já as recomendações práticas, que favorecem determinado tipo de soluções técnicas, dependem de circunstâncias

¹ Este trabalho segue as denominações estabelecidas na literatura internacional de estatística ambiental e de sustentabilidade, nomeadamente pela OECD (1993), e adota-se o conceito de índice como sendo o resultado da agregação de vários indicadores segundo procedimentos metodológicos específicos. Um exemplo é o Índice de Desenvolvimento Humano (<http://hdr.undp.org/statistics/tools.cfm#2>), que agrega três componentes básicos: longevidade, educação e padrão de vida

geográficas (clima) e tecnológicas, e podem ser validadas com a ajuda de indicadores.

Indicadores de sustentabilidade surgiram primeiro na esfera das nações, notavelmente em resposta à Agenda 21 (Quadro 2). No entanto, métricas são necessárias em todos os níveis (Figura 1), pois podem não só apontar o caminho como também mostrar se e de que maneira ocorre o movimento da sociedade, do setor de construção, de uma organização e da produção de edifícios em direção às metas nacionais de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003). Os indicadores definidos em esfera de avaliação mais restrita (por exemplo, edifício ou ambiente construído) devem alinhar-se aos indicadores e metas de desenvolvimento sustentável definidos em âmbito nacional e mundial.

Apesar de fundamentais para ajudar a unificar a tomada de decisão econômica, social, ambiental e institucional, indicadores per se não são capazes de promover melhoria de desempenho. Metas de desempenho e desempenhos de referência (*benchmarks*) para cada indicador são igualmente necessários, para, de um lado, calibrar a análise (definir a escala de desempenho) e permitir a avaliação do progresso (SILVA, 2003), e, de outro, encorajar a alocação apropriada de recursos para alcançar a taxa de progresso desejada (CIRIA, 2001). Finalmente, para ser utilizado, um indicador deve ser acompanhado, ainda, de uma explicação quanto ao modo e à fonte de informação utilizada para atribuir valor ao indicador.

As próximas sessões apresentam um panorama dos principais trabalhos realizados internacionalmente, e dos desafios que se apresentam para avançar no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído no Brasil.

Objetivos e metodologia

Este trabalho tem quatro objetivos principais: (a) revisar a literatura internacional e conceituar indicadores de sustentabilidade e outros termos relevantes; (b) estimular uma reflexão estratégica quanto às barreiras e desafios para o estabelecimento de indicadores nacionais; (c) identificar necessidades de pesquisa para promover avanço efetivo neste campo; e (d) discutir procedimentos metodológicos para a definição de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído no Brasil.

A metodologia de estudo e discussão baseou-se em ampla revisão da literatura e análise de:

(a) relação entre as aplicações de avaliação ambiental e de sustentabilidade, o ciclo de vida de empreendimentos e as expectativas e necessidades dos usuários dos resultados;

(b) ótica dos métodos de avaliação existentes, quanto à utilização de indicadores; e

(c) recomendações e abordagens aceitas internacionalmente para o estabelecimento de indicadores de sustentabilidade (UN CSD², EEA³, OECD⁴ e WBCSD⁵).

Com base nas informações coletadas, foram estruturados os produtos principais dessa contribuição, que compreendem:

(a) sugestão de procedimentos metodológicos para a definição e a organização de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído no Brasil (sendo, neste trabalho, enfatizados os indicadores de edifícios); e

(b) identificação de barreiras e necessidades de pesquisa.

Estruturas analíticas para a organização de indicadores de sustentabilidade

Indicadores de desenvolvimento sustentável (esfera das nações)

A demanda da Agenda 21 por indicadores de desenvolvimento sustentável levou a uma nova safra de ações internacionais no desenvolvimento de diversos tipos de indicadores, e um número crescente de organizações tem procurado responder ao desafio de desenvolver uma estrutura comum e listas consensuais de indicadores de desenvolvimento sustentável no curto prazo. Parte dos trabalhos desenvolvidos tem-se concentrado em assuntos específicos, como saúde, ambiente ou assentamentos humanos, enquanto outros tentam definir um conjunto completo de indicadores. Todos eles partilham, no entanto, a idéia de sumarizar estatísticas ambientais e socioeconômicas por meio de indicadores e índices que possam ser imediatamente aplicados em planejamento, avaliação e formulação de políticas (DPCSD, 2002; UNSTAT, 2002b).

O Quadro 2 reúne algumas das principais iniciativas internacionais de desenvolvimento de indicadores, e uma coleção ainda mais abrangente pode ser encontrada no *site* do *UNEP Earthwatch*⁶. Entre essas iniciativas, merecem destaque os trabalhos da OECD e da ONU⁷.

² UN CSD - United Nations Commission for Sustainable Development.

³ EEA - European Environment Agency.

⁴ OECD - Organization for Economic Co-operation and Development.

⁵ WBCSD - World Business Council for Sustainable Development.

⁶ <http://earthwatch.unep.net/indicators/organizations.html>.

⁷ ONU - Organização das Nações Unidas (UN - United Nations).

A OECD foi pioneira no desenvolvimento de indicadores, iniciado em 1989, que resultou na publicação regular sobre indicadores ambientais a partir de 1991. Já o envolvimento da ONU remonta a 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo. Naquela ocasião, ressaltou-se que as questões ambientais haviam se tornado cada vez mais objeto de políticas socioeconômicas, em nível nacional ou internacional. Vinte anos depois, na UNCED no Rio de Janeiro, foi consenso que: (a) as estratégias de desenvolvimento sustentável deveriam integrar aspectos ambientais em planos e políticas de desenvolvimento; e (b) para tanto, precisariam do apoio de dados ambientais e socioeconômicos integrados. Publicada na própria UNCED, a Agenda 21 (UNITED NATIONS, 1992) reunia recomendações específicas quanto ao desenvolvimento e à implementação de contabilidade ambiental e econômica, e de indicadores de desenvolvimento sustentável (UNSTAT, 2002b).

A Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável (UN CSD) também surgiu na UNCED do Rio e realizou um vasto Programa de Trabalho em Indicadores de Desenvolvimento Sustentável entre 1995 e 2000 (UNITED NATIONS, 1999a). Os caminhos da OECD e da ONU encontraram-se a partir de 1993, quando a OECD publicou o seu conjunto de indicadores principais (OECD, 1993)⁸. Essa foi a principal influência das listas de indicadores de sustentabilidade publicadas pela UN CSD em 1996⁹, como primeira resposta à demanda da Agenda 21, e em 1999¹⁰.

A partir de meados da década de 80, foram desenvolvidas diversas estruturas analíticas para a organização de indicadores na esfera das nações, principalmente de indicadores ambientais (Quadro 3). Os esforços iniciais embasaram-se em quatro abordagens básicas, aplicadas separadamente ou combinadas (UNSTAT, 2002b). A abordagem por meios (media approach) organiza os temas ambientais a partir da perspectiva dos componentes ambientais principais (ar, solo, água, etc.). O modelo pressão-resposta (*stress-response*) concentra-se nos impactos de atividades humanas sobre o ambiente (pressões) e sua transformação subsequente (respostas). A contabilidade de recursos (*resource accounting*) procura traçar o fluxo de recursos naturais desde sua extração, através de etapas sucessivas de processamento e uso final, até o seu retorno para o ambiente, na forma de emissões e resíduos, ou para a economia, através da reciclagem. Abordagens ecológicas (estatística ecológica) constituem um campo amplo que inclui diversos

modelos, técnicas de monitoramento e índices ecológicos.

A maior parte do trabalho inicial em indicadores ambientais concentrou-se no “estado” do ambiente, através do monitoramento de alterações físicas no ambiente natural. Apesar de essa abordagem informar aos agentes de decisão que havia algo errado, ela não explicitava as causas do problema ou o que era possível fazer a respeito. Como resultado, foram desenvolvidas abordagens pressão-resposta cada vez mais abrangentes, como o modelo *pressure-state-response* (PSR), adotado pela OECD; e suas variações: *driving force-state-response* (DSR), adotado pela Comissão das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável (UN CSD)¹¹; e *driving force-pressure-state-impact-response* (DPSIR), adotado pela EIA¹² e pelo EUROSTAT¹³. Combinações das abordagens por meios e pressão-resposta foram utilizadas na organização dos indicadores ambientais (Estrutura FDES) adotada pela *Environment Statistics Section* da UNSTAT¹⁴ (UNSTAT, 1984) e na estrutura temática utilizada pela UN CSD¹⁵ (DESA, 2001).

O trabalho inicial da UN CSD utilizou a estrutura FDES, substituída pela DSR em 1996. Entre 1996 e 1998, 22 países (incluindo o Brasil) participaram voluntariamente da etapa de testes. O EUROSTAT preparou uma compilação-teste de 54 indicadores da UN CSD com base em dados estatísticos europeus. Apesar de o modelo DSR ter-se mostrado útil para organizar os indicadores e testar o processo, o foco da estrutura analítica foi redirecionado para: (a) enfatizar políticas ou temas principais; (b) tornar o valor do uso do indicador mais óbvio; e (c) estimular o envolvimento de governos e da sociedade civil no uso e teste dos indicadores (DESA, 2001).

O modelo DSR foi então substituído pela CSD *Theme Indicator Framework* (DESA, 1999b), que organiza os indicadores segundo quatro dimensões principais (aspectos sociais, ambientais, econômicos e institucionais), divididas em temas e subtemas. A estrutura da Agenda 21 deixou de ser seguida à risca, mas os temas/subtemas remetem aos capítulos apropriados. Essa estrutura analítica serviu de base ao desenvolvimento de diversos trabalhos, entre eles o das redes européias BEQUEST¹⁶ e CRISP¹⁷, e o de SILVA (2003), em discussão para o Brasil.

¹¹ Preparação da UN Working list of indicators (DESA, 1996), Apêndice 3.

¹² EIA - European Environment Agency.

¹³ EUROSTAT - Statistical Office of the European Communities

¹⁴ UNSTAT - United Nations Statistics Division.

¹⁵ CSD Theme Indicator Framework (DESA, 1999b).

¹⁶ BEQUEST - Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability through Time.

¹⁷ CRISP - Construction Related Sustainability Indicators

Termo	Descrição fornecida	Exemplos
Meta (geral)	Uma afirmação genérica que define a condição última desejada	Maximizar separação de todos os resíduos, evitando disposição em aterro
Objetivo	Direção desejada de mudança	Redução de geração de resíduos sólidos na fonte
Indicador	Variável que ajuda a medir um estado ou progresso em direção a um objetivo	Quantidade de resíduos gerados (ou dispostos) <i>per capita</i> (kg/pessoa/ano)
Meta de desempenho	Nível de desempenho desejado	<i>n</i> kg/pessoa/ano
Ferramenta de avaliação	Uso pertinente de diversos indicadores e metas de desempenho em relação a condições locais e usos específicos	BREEAM, BEPAC, C-2000, Eco-profile, Escala, PRESCO, LEED, PromisE, SBAT, Green Stars, etc.

Quadro 1 - Posicionamento do conceito de indicador entre outros termos relacionados (a partir de ISO, 2005b)

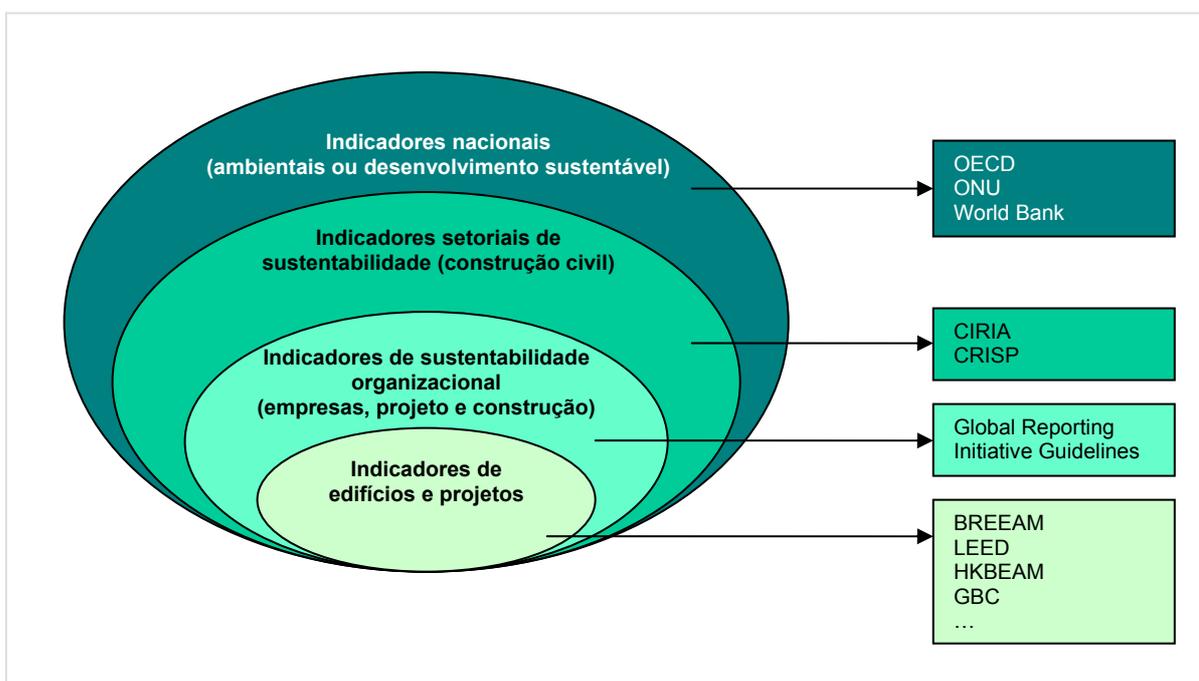


Figura 1 -Escalas de ação das principais iniciativas de organização de indicadores ambientais, de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade

Organização/ iniciativa	Publicação/data	Foco/objetivo	Estrutura analítica específica
Human Development Report	United Nations Development Programme – UNDP (1990)	Índice de Desenvolvimento Humano combina indicadores de longevidade, educação e padrão de vida (índice social)	
OECD Core set of environmental indicators	OECD (1993)	~50 indicadores ambientais para medir progresso ambiental	PSR x indicadores socioeconômicos, setoriais e de contexto
World Resources Institute (WRI)	HAMMOND et al. (1994) Vinograd (1995)	Indicadores ambientais (biodiversidade, indicadores georreferenciados e fluxos de materiais)	
Ecological Footprint	Wackernagel; REES (1995)	Indicador de sustentabilidade Relacionar área produtiva e água necessárias para manter padrões de consumo urbano	
Environment Statistics Section of the United Nations Statistics Division	UNSD/IWGAES18 (1995)	Indicadores de desenvolvimento sustentável	FDES x Agenda 21
CSD Working List of Indicators of Sustainable Development	United Nations Department of Economic and Social Affairs – UNDS/DESA (1996)	134 indicadores de desenvolvimento sustentável + fichas metodológicas, para tornar indicadores de desenvolvimento sustentável acessíveis aos agentes de decisão em âmbito nacional	DSR x capítulos da Agenda 21
CSD Theme Indicator Framework	United Nations Department of Economic and Social Affairs – UNDS/DESA (1999)	57 indicadores de desenvolvimento sustentável, arranjados em 15 temas e 38 subtemas	Estrutura Temática (indicadores econômicos, ambientais, sociais e institucionais)
World Bank Environmental Performance indicators	SEGNSTAM (1999)	Monitorar e avaliar os efeitos ambientais (desempenho) de atividades apoiadas pelo World Bank	input-output-impact x temas ambientais
Key ‘headline’ indicators of sustainable development	UNITED KINGDOM (1999)	Indicadores de desenvolvimento sustentável para o Reino Unido 15 indicadores-chave de desenvolvimento sustentável + 147 indicadores nacionais (core set) + 29 indicadores locais	
Energy and environment indicators	EUROSTAT (2002)	Mais de 80 indicadores ambientais (relacionados a energia) respondem à demanda do Conselho de Energia da União Européia feita em 1999 Dados agregados, calculados para os 15 países da União Européia, com séries de dados até 2000	DPSIR

Quadro 2 - Seleção entre as principais iniciativas internacionais de desenvolvimento de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável (esfera das nações)

¹⁸ Inter-governmental Working Group on the Advancement of Environment Statistics.

Estrutura	Publicação	Características principais
<i>Framework for the Development of Environment Statistics</i> (FDES) ¹⁹	<i>United Nations Statistical Division</i> (UNSTAT, 1984)	Relaciona componentes ambientais (flora, fauna, atmosfera, água, solo e assentamentos humanos) a categorias de informação (ação, impacto e reação), numa combinação das abordagens por meios e pressão-resposta. Adotado pela UNSTAT nos trabalhos em estatística ambiental.
<i>Framework for Indicators of Sustainable Development</i> (FISD) ²⁰	UNSTAT <i>Towards a Framework for Indicators of Sustainable Development</i> (BARTELMUS, 1994)	Combinava a FDES com a estrutura da Agenda 21 (e não por meios). Adotado pela UNSTAT nos trabalhos em estatística ambiental.
Modelo <i>pressão-estado-resposta</i> (PSR) ²¹	OECD (1991)	Adaptação feita no âmbito da OECD (1991, 1993) do modelo pressão-resposta para analisar as interações entre pressões ambientais, o estado do ambiente e respostas ambientais. Adotado nos trabalhos de indicadores ambientais da OECD, entre outros.
Modelo <i>força motriz-estado-resposta</i> (DSR) ²²	OECD (1996)	O conceito de pressões (que pressupõe impactos sempre negativos) foi substituído pelo de <i>driving force</i> , que pode descrever tanto impactos positivos como negativos, como é normalmente o caso dos indicadores sociais, econômicos e institucionais. Matriz que incorpora horizontalmente os três tipos de indicadores (<i>driving force, state, response</i>) e, verticalmente, as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável (aspectos econômicos, sociais, institucionais e ambientais). Adotado no trabalho inicial sobre indicadores da UN CSD.
Modelo <i>força motriz-pressão-estado-resposta</i> (DPSIR) ²³	EEA (1999) EUROSTAT (1999, 2001, 2002)	O componente pressões foi reinserido no modelo e um novo grupo (impactos) é utilizado para detalhar melhor os efeitos sobre o ambiente e facilitar a organização das respostas da sociedade. Utilizado nos trabalhos sobre indicadores ambientais da <i>European Environmental Agency (EIA)</i> e <i>Statistical Office of the European Communities (Eurostat)</i>

Quadro 3 - Estruturas desenvolvidas para organizar indicadores ambientais ou de desenvolvimento sustentável de nações

¹⁹ FDES - Framework for the Development of Environment Statistics.

²⁰ FISD - Framework for Indicators of Sustainable Development.

²¹ PSR - Pressure-State-Response.

²² DSR - Driving force-State-Response.

²³ DPSIR - Driving Force-Pressure-State-Impact-Response.

Indicadores de sustentabilidade para o setor de construção

O Quadro 4 reúne as principais iniciativas de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor de construção.

Construction Related Sustainability Indicators (CRISP) network

Em 1995, a *CIB Working Commission W82 "Future Studies in Construction"* (CIB W82) criou o projeto *Sustainable Development and the Future of Construction* (1995-1998), envolvendo 11 países europeus, além de Estados Unidos, Japão e Malásia. O projeto tinha por objetivo definir construção sustentável, as consequências futuras do desenvolvimento sustentável sobre a indústria da construção, recomendações estratégicas e exemplos de melhores práticas de construção. Esse estudo concluiu que o passo seguinte deveria ser alcançar maior visão consensual através de um modelo global comum e estabelecer indicadores e políticas para traduzir essa visão em realidade (BOURDEAU et al., 1998). O resultado desse trabalho foi a base para preparação da Agenda 21 em Construção Sustentável publicada pelo CIB em 1999.

Em continuidade, a CIB W82 criou o projeto *Construction Related Sustainability Indicators – CRISP* (1999-2001) para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para o setor de construção, numa cooperação entre Japão, Malásia, Canadá, Estados Unidos e a *EC CRISP Network*, que congrega 24 membros em 16 países europeus²⁴. Um objetivo inicial era, entre outros, desenvolver uma estrutura de indicadores organizados com base no modelo DSR e em categorias/etapas processuais em cinco níveis de abrangência crescente: edifício, urbano, regional, nacional e global²⁵.

Os objetivos do Projeto CRISP eram (CIB, 1999): (a) definir e validar indicadores (quantitativos e qualitativos) de sustentabilidade relacionados ao setor de construção, incluindo aspectos ambientais, econômicos, sociais, culturais e institucionais. Os indicadores são práticos e serão validados em casos-piloto; e (b) implementar os indicadores para: (i) mensuração da sustentabilidade de edifícios e do ambiente construído, e dos diferentes atores envolvidos em sua criação e manutenção em nível nacional; e (ii) comparação da sustentabilidade de edifícios, regiões e nações.

Esses indicadores deveriam considerar todo o processo de produção do edifício, que começa no início do projeto e termina no fim do ciclo de vida da facilidade, incluindo demolição e eventual tratamento posterior. A missão do projeto era

desenvolver uma estrutura comum em âmbito internacional, mas eventualmente atribuir pesos diferentes aos indicadores em cada país. A estrutura de indicadores deveria, ainda, ser compatível com um cenário futuro projetado, para permitir a evolução dos indicadores e de seu conteúdo ao longo do tempo.

O trabalho continuou após esse evento, com a formação da *European Thematic Network on Construction and City Related Indicators (EC CRISP Network)*, liderada pelo CSTB (França) e pelo VTT²⁶ *Building Technology* (Finlândia). A influência da linha de trabalho da rede CRISP na elaboração das normas ISO sobre sustentabilidade de edifícios é evidente.

Estrutura de indicadores adotada

A rede CRISP estruturou os indicadores de sustentabilidade em tipo, escala do impacto, aspecto de desenvolvimento sustentável e categoria de construção.

Tipo

Esta classificação procura manter a tipologia adotada pela EEA (1999), com três diferenças importantes: consideram-se aspectos específicos relacionados aos edifícios; utiliza-se a definição de desempenho do CIB; e não foram incluídos indicadores de forças indutoras (*driving force*), por serem indicadores da sociedade como um todo, e não de edifícios propriamente (HÄKKINEN et al., 2002). São previstos seis tipos de indicadores.

- (a) Pressão: descrevem a liberação de emissões e o uso de recursos e solo;
- (b) Desempenho: descrevem o comportamento do produto em seu uso pretendido;
- (c) Estado: descrevem quantitativa e qualitativamente fenômenos físicos (por exemplo, temperatura ou nível de ruído), biológicos (por exemplo, recursos de fauna selvagem), químicos (por exemplo, concentração de substâncias danosas) e sociais, econômicos e culturais (por exemplo, área média de construção por habitante);
- (d) Impacto: descrevem impactos causados por alterações no estado dos ambientes natural e construído (por exemplo, impactos em biodiversidade, disponibilidade de recursos e provisão de condições adequadas de saúde e segurança);
- (e) Resposta: descrevem respostas de grupos sociais, empreendimentos e iniciativas governamentais para evitar e compensar mudanças ou adaptar-se a elas; e

²⁴ <http://crisp.cstb.fr/presentation.htm>.

²⁵ <http://cic.vtt.fi/eco/cibw82/crisp.htm>.

²⁶ VTT - Technical Research Centre of Finland.

(f) Eficiência: relacionam pressões sobre as atividades humanas, respostas ou desempenho de produtos. Estes indicadores informam quanto à eficiência de produtos e processos em termos de recursos utilizados, emissões liberadas e resíduos gerados por unidade do produto.

Escala do impacto

- (a) Global (internacional e mundial);
- (b) Nacional (país);
- (c) Regional (parte definida de um país); e
- (d) Local (cidade ou vizinhança).

Aspecto de desenvolvimento sustentável

- (a) Ambiental;
- (b) Econômico; e
- (c) Social.

Categoria de construção

- (a) Urbana
- (b) Infra-estrutura
- (c) Edifícios
- (d) Produtos de construção
- (e) Processos

Na vigência do projeto CRISP (2000-2003), 24 organizações de 14 países coletaram e validaram 510 indicadores, agrupados em 40 sistemas (i.e. listas estruturadas) de indicadores relevantes, usando um *framework* de sustentabilidade compatível. Um protótipo da base de dados que classifica sistemas e indicadores em um formulário padrão²⁷ foi disponibilizado para demonstrar aos usuários finais seu conteúdo e estrutura, e está disponível em <http://www.crisp.cstb.fr>.

Estrutura de indicadores proposta pela Construction Industry Research and Information Association - CIRIA

Uma segunda iniciativa de desenvolvimento e estruturação de indicadores de sustentabilidade para o setor de construção que merece destaque foi conduzida pela *Construction Industry Research and Information Association* – CIRIA (2001), que realizou uma ampla consulta ao setor de construção no Reino Unido. A partir da discussão de quatro elementos do desenvolvimento sustentável²⁸,

²⁷ <http://crisp.cstb.fr/database.asp>.

²⁸ Identificados anteriormente na estratégia do governo (UNITED KINGDOM GOVERNMENT, 1999) e na agenda setorial (DETR, 2000) do Reino Unido para a sustentabilidade, como: (a) proteção efetiva do ambiente; (b) uso prudente de recursos naturais; (c) progresso social, que reconheça as necessidades de para todos; e (d) manutenção de níveis elevados e estáveis de emprego e crescimento econômico.

emergiram dez temas-chave para a construção sustentável (Quadro 5).

Apesar de esses temas terem sido propostos para o Reino Unido, é instrutivo considerar a forma de organização dos indicadores propostos pela CIRIA. Dentro dos temas e subtemas, há indicadores estratégicos e indicadores operacionais. Os indicadores estratégicos medem os sistemas e processos internos da empresa, para melhorar seu desempenho, sendo, por natureza, genéricos e relevantes para a maior parte das empresas de construção. A informação necessária está normalmente disponível em âmbito corporativo e requer menor esforço de compilação. Já os indicadores operacionais medem o desempenho da empresa na produção e entrega de construções mais sustentáveis. O desempenho da empresa em projetos individuais pode ser agregado para indicar o desempenho global da empresa quanto a um item específico.

Indicadores de sustentabilidade de edifícios

Existem diferenças fundamentais entre o conceito puro de indicadores de sustentabilidade e os indicadores utilizados – ou passíveis de utilização neste momento – em sistemas de avaliação de edifícios.

Os métodos de avaliação ambiental de edifícios disponíveis tipicamente não abordam os aspectos sociais e econômicos da sustentabilidade e são dirigidos a edifícios individuais. Já a discussão de indicadores de sustentabilidade (particularmente indicadores sociais e econômicos) relaciona-se a medidas mais gerais da sociedade, como redução de pobreza, analfabetismo, PIB, etc., que não são facilmente relacionadas à escala organizacional ou de um edifício (COLE, 2002; TODD; JOHN, 2001).

Apesar de os edifícios serem bens de longa vida útil, se comparados a outros bens de consumo, a maioria dos fenômenos naturais e culturais significativos mostra longas tendências que não são nem mesmo percebidas no curto prazo; e a escala temporal, até que ocorra um realinhamento significativo em direção a um mundo sustentável, será certamente medida em gerações (COLE, 2002). O desempenho ambiental de edifícios é relativo, avaliado em relação a desempenho “típico”, seja explícita ou implicitamente. Ao longo do tempo, edifícios individuais, assim como as práticas de vanguarda e práticas típicas melhoram; conseqüentemente, a pontuação de desempenho é válida apenas no ponto particular no tempo em que foi realizada a avaliação.

Organização/ iniciativa	Publicação	Foco/objetivo
No nível setorial ²⁹		
CIB W82 <i>Construction Related Sustainability Indicators – CRISP (junho 2000 a agosto 2003)</i> Construction Industry Research and Information Association (CIRIA)	CIB W82 (1999); CRISP NETWORK (2001); Häkkinen <i>et al.</i> (2002) CIRIA (2001)	Indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor de construção (rede europeia) Indicadores de sustentabilidade para a indústria da construção do Reino Unido
No nível de edifícios		
University of Michigan	REPPE (1999a)	Indicadores de sustentabilidade de edifícios
Green Building Challenge (GBC)	COLE; LARSSON (2000) TODD; JOHN (2001)	Indicadores de sustentabilidade ambiental são utilizados para comparar edifícios em diferentes países
ISO TS 21929	ISO/TC59/SC17/ WG2 (ISO, 2005b)	Estrutura de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de edifícios – Normalização

Quadro 4 - Iniciativas para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados ao setor de construção

²⁹ Apesar de não desenvolvida à luz da sustentabilidade, uma iniciativa de relevância para o setor de construção são os *Construction Industry Key Performance Indicators (CI KPIs)*, <http://www.dti.gov.uk/construction/kpi/>, criados no âmbito do *Construction Best Practice Programme* do UK *Department of Trade and Industry*. Os *CI KPIs* são conjuntos de dados de referência, contra os quais se pode comparar o desempenho de um projeto ou empresa de construção do Reino Unido.

Temas Ambientais	Subtemas
Evitar poluição	Mitigação e gestão de poluição nos canteiros Planejamento de transporte
Proteção e melhoria da biodiversidade	Criação de <i>habitat</i> e melhoria ambiental Otimização de sítios contaminados (<i>brownfields</i>) Projeto e construção ambientalmente responsáveis
Melhoria de eficiência energética	Projeto para custos ao longo do ciclo de vida Uso de materiais locais com baixa energia incorporada
Uso eficiente de recursos	Minimização e gestão de resíduos Reúso de estruturas existentes Projeto e construção seca Conservação de água Uso de produtos reciclados ou de fontes sustentáveis
Temas Sociais	Subtemas
Respeito à equipe de funcionários	Provisão de treinamento efetivo e avaliações de funcionários Igualdade de termos e condições Provisão de oportunidades iguais a todos Saúde, segurança e provisão de ambiente de trabalho adequado Manutenção da moral e da satisfação dos funcionários Participação na tomada de decisões
Relacionamento com comunidades locais	Minimização de perturbação local Construção de canais efetivos de comunicação Contribuição para a economia local Entrega de edifícios e estruturas que melhorem o ambiente local
Estabelecimento de parcerias	Construção de relacionamento de longo prazo com clientes Construção de relacionamento de longo prazo com fornecedores Cidadania corporativa Entrega de edifícios e estruturas que aumentem a satisfação, o bem-estar e o valor para clientes e usuários Contribuição para o desenvolvimento sustentável globalmente
Temas Econômicos	Subtemas
Aumento de produtividade e lucro	Melhoria de produtividade Padrão de crescimento consistente
Melhoria no projeto (produto oferecido)	Satisfação do cliente Minimização de defeitos Tempo para conclusão mais curto e previsível Projetos de menor custo, com maior previsibilidade de custos
Monitoramento e relato de desempenho x metas	Relato da empresa <i>Benchmarking</i> de desempenho

Quadro 5 - Temas-chave para a construção sustentável no Reino Unido (CIRIA, 2001)

Finalmente, cresce a tendência dos métodos de avaliação de edifícios utilizarem um processo de agregação das medidas de desempenho para sumarizar o desempenho global do edifício. Esse não é o caso dos indicadores de sustentabilidade, que são normalmente mantidos como entidades discretas (COLE, 2002).

Tomando a definição de Holmberg et al. (1991), indicadores de sustentabilidade (ambiental) são medidas que relacionam a distância entre o estado atual (do ambiente) e o seu estado sustentável. Para se falar em indicadores de sustentabilidade, este patamar sustentável deve, portanto, ser conhecido ou razoavelmente estimado. Relacionar medidas de desempenho de edifícios a indicadores mais amplos de progresso em direção à sustentabilidade permanece como um dos principais desafios a serem enfrentados, mas seguramente, mais simples do que definir precisamente o estado sustentável, é obter dados para gerar indicadores de desempenho em relação a metas de sustentabilidade, ainda que persistam as dificuldades de acesso a dados acurados e contínuos, necessários à formulação e manutenção dos indicadores.

Por todas essas dificuldades, os métodos existentes de avaliação de edifícios adotam, na verdade, essa segunda linha e reportam-se a metas de sustentabilidade (ambiental) definidas teórica ou empiricamente. Indicadores empíricos têm sido adotados e posteriormente validados ou excluídos com base nas experiências práticas de implementação nos casos avaliados com cada sistema.

A discussão sobre indicadores de sustentabilidade de edifícios foi intensificada no fim da década de 90. Em 1999, a Universidade de Michigan realizou um *workshop*³⁰ para discussão de indicadores de sustentabilidade de edifícios (REPPE, 1999a), obstáculos para a sua implementação (REPPE, 1999b) e estratégias (REPPE, 1999c). Em 2001, foi constituído um Grupo de Trabalho³¹ no *Green Building Challenge* (GBC) com o objetivo desenvolver uma lista preliminar de indicadores de sustentabilidade, entendidos como medidas absolutas destinadas a embasar a comparação internacional de edifícios. Na ocasião, o GT concluiu que não possuía conhecimento suficiente sobre níveis de metas que o permitisse trabalhar com indicadores de sustentabilidade, preferindo adotar a terminologia indicadores de desempenho

ambiental³² (TODD; JOHN, 2001). Na reunião do GBC em Madri (março de 2003), houve uma mudança importante de abordagem, e foram iniciados estudos para a consideração dos efeitos econômicos e sociais relacionados à construção e operação dos edifícios que seriam avaliados nas próximas versões da *GBTool*.

Um avanço paralelo e bastante promissor nessa mesma direção é o trabalho do ISO/TC59/SC17³³ na preparação de um conjunto de normas sobre sustentabilidade de edifícios e ativos construídos³⁴, que inclui um texto específico sobre princípios para indicação de sustentabilidade de um edifício ou grupo de edifícios (ISO AWI 15392) (ISO, 2005a). Com o uso dessa norma, pretende-se que as avaliações de sustentabilidade de edifícios sejam feitas segundo uma estrutura comum e uma coleção principal de indicadores (Quadro 6), definidos na ISO AWI 21932 (2002c) e na ISO TS 21929 (ISO, 2005b).

A influência econômica do edifício é expressa com base em fluxos monetários gerados durante o seu ciclo de vida, como investimentos (em terreno, projetos, manufatura de produtos, construção...); custos operacionais (consumo de energia e de água, gestão de resíduos...); custos com manutenção e reparo; e desconstrução e destinação de resíduos de demolição. Na ISO AWI 21932 (ISO TC59/SC3, 2002c), os indicadores econômicos relacionam-se a fluxos monetários durante o ciclo de vida do edifício, basicamente custo ou retorno para proprietários, ocupantes e usuários. Uma abordagem sustentável enfatiza o custo no longo prazo (análise de custos ao longo do ciclo de vida) em vez de lucratividade no curto prazo. Nesse sentido, o projeto de norma sugere que o emprego corrente de técnicas de análise de viabilidade econômica que priorizem a situação presente como os métodos de descontos (como o cálculo de valor presente) e de período de retorno (*payback*) seja reconsiderado.

Os indicadores ambientais referenciam-se basicamente às categorias de impactos listadas na

³² Na versão da *GBTool* utilizada para as avaliações apresentadas na SB'02, essa terminologia foi substituída por *indicadores de sustentabilidade ambiental*.

³³ ISO Technical Committee 59 (Building and constructed assets), Subcommittee SC 17 (Sustainability in building construction).

³⁴ A definição de normalização de sustentabilidade do ambiente construído na ISO foi iniciado pelo então Sub Committee (SC) 3, hoje renomeado para SC17, que, no momento, prepara os seguintes textos (circulação restrita): ISO TC59/SC17/WG1/Nxxx (ISO AWI 15392, 2005a) - Sustainability in building construction: *General Principles*; ISO TC59/SC17/WG2/N142 (ISO AWI 21929, 2005b) - Sustainability in building construction: *Framework for the development of indicators for buildings*; e ISO TC59/SC17/WG4/N501 (ISO PDS 21931, 2005c) - Sustainability in building construction: *Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works. Part 1: Buildings*.

³⁰ *National Sustainable Buildings Workshop*.

³¹ O Grupo de Trabalho em Indicadores de Sustentabilidade do GBC inclui a autora deste trabalho.

ISO 14.042 (ISO, 2000): uso de recursos (solo, água, energia e matérias-primas), potencial de aquecimento global, acidificação, eutroficação, formação de fotooxidantes, dano à camada de ozônio, ecotoxicidade, contaminação do solo, saúde e biodiversidade. Esses indicadores foram, por sua vez, relacionados na versão de 2003 da ISO CD 21931 (ISO, 2003b), que aponta uma lista mínima de itens a serem contemplados no desenvolvimento de métodos de avaliação ambiental de edifícios (Quadro 7).

Finalmente, os indicadores sociais são tratados na ISO AWI 21932 (ISO, 2002c) em termos de saúde e produtividade (riscos à saúde e clima interno); segurança do usuário, igualdade (acessibilidade) e herança cultural (qualidade arquitetônica; flexibilidade; vida útil do edifício e adequabilidade ao entorno). Muitos desses aspectos sociais são usualmente tratados no nível da comunidade. A norma tentará relacioná-los ao nível dos edifícios e grupos de edifícios.

Desafios metodológicos e necessidades de pesquisa Identificadas

O uso de indicadores prevê três etapas principais:

(a) escolha dos indicadores relevantes, que deve refletir as necessidades e preocupações das partes interessadas (agenda do setor) e a representação adequada do objeto avaliado. Essa seleção depende de limites de decisão, do objeto e contexto de construção, e da disponibilidade prática de informação;

(b) pesquisa dos métodos e informações adequados para avaliar os valores dos indicadores; e

(c) coleta de informações e uso de métodos relevantes para atribuir valores aos indicadores selecionados.

No Brasil, notam-se inúmeros esforços para definir indicadores de sustentabilidade do ambiente construído, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Sugerem-se, aqui, seis passos para encaminhamento metodológico de criação e validação de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído no Brasil.

Realização de estado da arte sobre indicadores de sustentabilidade do ambiente construído

A rede CRISP conduziu um trabalho ímpar na identificação e sistematização de indicadores de

sustentabilidade para o setor de construção da União Européia, que incluiu ainda alguns métodos não-europeus. Silva (2003) realizou uma criteriosa revisão dos indicadores de sustentabilidade existentes e acrescentou a reflexão de sua aplicabilidade e das peculiaridades do contexto brasileiro. Essas iniciativas somam-se para configurar um amplo estado da arte e para servir de base para os desenvolvimentos posteriores.

Definição de metodologia para coleta e organização de indicadores e da estrutura da base de dados

Mais importante que os números atribuídos aos indicadores é ter o controle preciso sobre o que o indicador efetivamente descreve e sobre as circunstâncias em que valores foram obtidos ou a ele atribuídos. É esse controle que confere rastreabilidade e replicabilidade e que permite o ajuste ou refinamento nos valores segundo as alterações de cenário e dos dados disponíveis ao longo do tempo.

Ainda no sentido de avançar levando-se em consideração os esforços de pesquisa já realizados, e para fins de comparabilidade internacional, na extensão possível, sugere-se testar, nas diferentes escalas, as fichas de caracterização de indicadores desenvolvidas pela rede CRISP (escala do impacto x dimensão do desenvolvimento sustentável), assim como os indicadores de escala global reconhecidos por aquela rede e pela ISO, observadas as eventuais limitações de disponibilidade de informações no Brasil.

Criação de uma base de indicadores de sustentabilidade aplicáveis ao ambiente construído

Além de descrever a natureza dos diferentes indicadores de sustentabilidade de ambientes construídos, este documento normativo (em preparação) apresenta quatro requisitos principais para o estabelecimento de sistemas de indicadores:

(a) a sustentabilidade deverá ser descrita com base em um conjunto abrangente de indicadores, expressando os aspectos ambientais, econômicos e sociais, assim como seus inter-relacionamentos;

(b) os indicadores selecionados devem descrever os impactos (ambientais, econômicos e sociais) essenciais do edifício;

(c) a relevância dos indicadores selecionados deve ser justificada e, quando necessário, validada; e

(d) o processo de desenvolvimento e aplicação de indicadores deve ser relatado de maneira transparente.

A consideração de retro-alimentação dos potenciais usuários finais é um instrumento poderoso para a validação de indicadores. A seleção dos indicadores mais relevantes entre as listas de referência citadas deve ser feita, portanto, considerando-se o atendimento de requisitos essenciais que validam um bom indicador (relevância, objetividade, acessibilidade, compreensibilidade, mensurabilidade, sensibilidade e rastreabilidade) e procurando respostas para perguntas como as seguintes.

- (a) Quem são os usuários finais?
- (b) Para que o indicador será utilizado?
- (c) Como proceder em relação a indicadores contraditórios?
- (d) Como utilizar o indicador?
- (e) É possível medir? Se não, como atribuir valor ao indicador?

Como indicadores são necessários para a tomada de decisão de diversos agentes, o ponto de partida para seu desenvolvimento é a identificação dos usuários principais e suas expectativas e necessidades de informação (Figura 2). O uso pretendido para um sistema de avaliação pode variar conforme a etapa do ciclo de vida em que se pretende aplicá-lo (Figura 2). Conseqüentemente, os indicadores utilizados para caracterizar o desempenho do edifício em cada situação de aplicação (Figura 3) também deverão ajustar-se à finalidade proposta.

A ISO TS 21931 (ISO, 2005c)³⁵ prevê diferentes casos de aplicação de métodos de avaliação ambiental de edifícios. A Figura 3 mostra os diferentes pontos ao longo do ciclo de vida em que uma avaliação (de sustentabilidade) ambiental pode ser feita, através dos diferentes métodos e ferramentas existentes. As linhas tracejadas indicam as modificações parciais quanto ao modo e à extensão da abrangência das diferentes etapas do ciclo de vida permitida por alguns desses métodos. As setas e círculos indicam o caráter ou natureza dos dados utilizados em cada avaliação, isto é, se ela é baseada em análise de dados anteriores (avaliação retrospectiva), dados atuais (avaliação pontual, do tipo *snap-shot*) ou em um prognóstico bem fundamentado (avaliação antecipatória).

Enquanto indicadores individuais devem ser o mais independentes possível, a prática tem mostrado que o emprego de grupos de indicadores, que permitam a inclusão de uma representação ampla de aspectos de sustentabilidade, é mais eficiente e que, estes sim, são dependentes da perspectiva do usuário das informações e de determinada fase do ciclo de vida.

O caráter, a qualidade e a disponibilidade de informações dependem do estágio do ciclo de vida do edifício. Conseqüentemente, indicadores que descrevam os mesmos aspectos podem estar inicialmente relacionados a valores previstos na etapa de projeto, que, durante a operação, poderão basear-se em medidas reais, pesquisas de satisfação de usuários ou outros instrumentos de avaliação de desempenho em uso. Os casos 2, 3 e 4 da Figura 3 têm sido alvo dos estudos de avaliação pós-ocupação (APOs) e possuem indicadores mais claramente delineados que os casos de avaliação na etapa de projeto, situações em que a avaliação tem de ser feita sem o auxílio importante da mensuração do desempenho real do objeto de estudo³⁶. Restam, então, duas abordagens possíveis para embasar o estabelecimento dos indicadores: produtos de simulações (por exemplo, porcentagem de postos de trabalho com nível de iluminação maior ou igual a 500 lux) ou aspectos facilmente reconhecíveis em projeto, que podem potencialmente antecipar um determinado nível de desempenho (por exemplo, porcentagem de postos de trabalho distantes até 1,5 m das janelas). No caso brasileiro, o uso de simulações ainda não é suficientemente difundido para permitir o uso generalizado de medidas de desempenho estimado. Resta, portanto, a tarefa de encontrar, para cada parâmetro significativo de desempenho em uso, um indicador correspondente (*proxy*) e verificável ainda na etapa de projeto.

³⁵ A ISO TS 21931 (2005) é a versão atual (Technical Specification, em desenvolvimento) do Committee Draft de 2003 (ISO CD 21931 - ISO (2003b)).

³⁶ Dos métodos existentes de avaliação de edifícios, apenas o SBAT, da África do Sul (GIBBERD, 2003), de estrutura muito simples, trabalha com indicadores aplicáveis à etapa de projeto. Todos os demais requerem a utilização do edifício por pelo menos seis meses (consecutivos e com ocupação mínima de 80%) para completar a avaliação.

Indicadores de sustentabilidade	
Indicadores ambientais	Uso de matérias-primas naturais Consumo de energia Liberação de emissões danosas ao ambiente
Indicadores sociais	Acessibilidade (transporte público, ciclistas, pedestres) Vida útil Ambiente interno Uso sem barreiras (barrier-free)
Indicadores econômicos	Custos ao longo do ciclo de vida

Quadro 6 - Lista mínima de indicadores de sustentabilidade de edifícios sugerida na ISO AWI 21932 (ISO TC59/SC3, 2002c)

Categorias obrigatórias³⁷	Subcategorias
Ambiente interno	Conforto térmico
	Conforto acústico
	Iluminação
	Qualidade do ar
Energia	Energia para operação
	Operação eficiente
	Carga térmica
	Uso de energia natural
	Eficiência dos sistemas prediais
Recursos e materiais	Consumo de água
	Produtividade no uso de recursos
	Evitar uso de poluentes
Impactos no entorno	Poluição
	Carga na infra-estrutura local

Quadro 7 - Estrutura de itens a avaliar proposta pela ISO CD 21931, versão 2003 (ISO, 2003b)

³⁷ A ISO CD 21931 (ISO, 2003b) traz ainda uma lista de categorias opcionais que inclui: *qualidade dos serviços; qualidade do ambiente externo; e impactos ambientais adicionais no entorno.*

Grupos de usuários dos resultados da avaliação	Estágio do ciclo de vida do edifício				Casos de aplicação dos métodos de avaliação
	Planejamento Estudo preliminar	Projeto detalhado Construção	Operação e manutenção	Desconstrução	
Clientes/Proprietários Projetistas Construtores Fornecedores Agências governamentais	Avaliação de projeto orientado à sustentabilidade Comparação de alternativas de projeto Avaliação em relação às metas estabelecidas Comunicação entre clientes e projetistas				
Clientes/Proprietários Gerentes de facilidades Operadores do edifício Ocupantes Empreendedores Agentes imobiliários Investidores Agências governamentais		Classificação do desempenho ambiental de um edifício existente Comunicação entre as partes interessadas em investir no edifício			
Clientes/Proprietários Projetistas Operadores do edifício Ocupantes Agências governamentais			Operação orientada à sustentabilidade Comunicação entre as partes interessadas na operação do edifício Melhoria contínua da operação		

Figura 2 - Usuários potenciais e aplicações de métodos de avaliação (adaptado de ISO, 2005b)

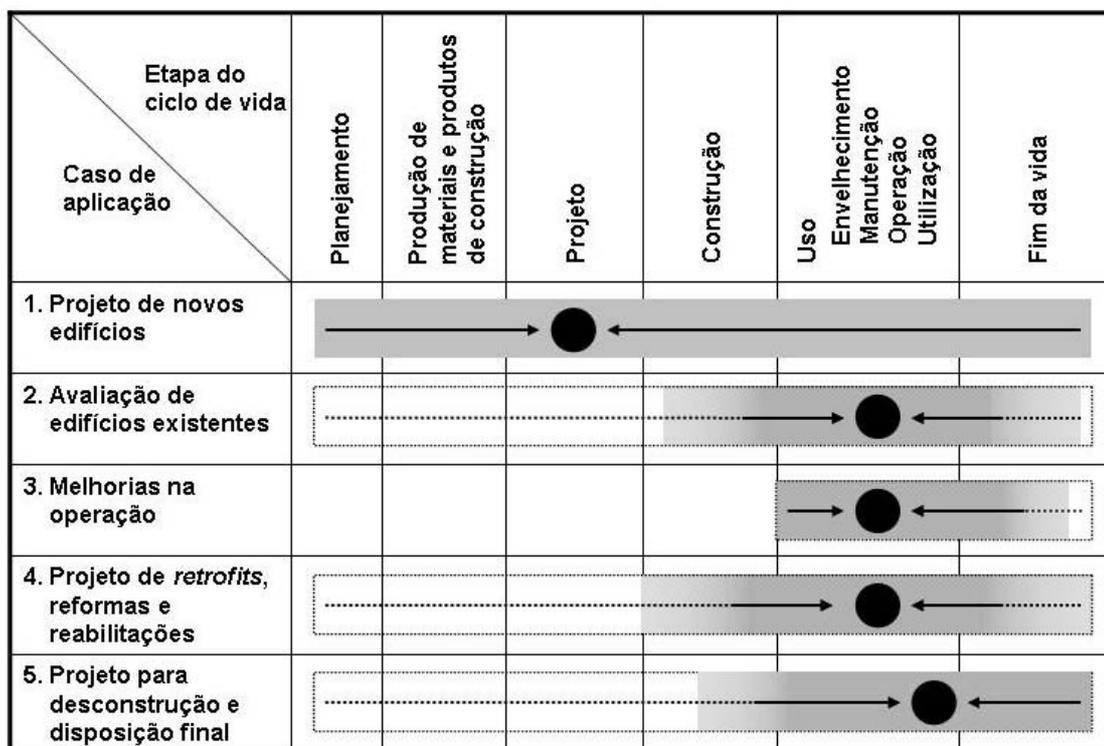


Figura 3 - Relação entre os casos de aplicação de avaliação ambiental previstos na ISO TS 21931 (ISO, 2005c) e o ciclo de vida de empreendimentos

Definição do grupo de indicadores para monitoramento nacional e dos indicadores locais relevantes

Os métodos de avaliação da sustentabilidade de edifícios devem, na extensão possível, procurar fazer a ligação entre a contribuição do edifício para o atendimento de metas setoriais e nacionais mais amplas. A definição de uma agenda setorial brasileira é, portanto, a base inicial para a proposição de uma estrutura de avaliação de sustentabilidade, que compreende a seleção e o desenvolvimento dos indicadores mais coerentes com o contexto e expectativas brasileiros.

John et al. (2000) e John, Silva e Agopyan (2001) principiaram a discussão de uma Agenda 21 para a construção civil brasileira, acrescentando uma discussão inicial de agenda social aos três blocos da Agenda 21 do CIB (1999). Em contribuições posteriores, Silva et al. (2002) e Silva (2003) propuseram a organização da agenda setorial nos moldes do padrão internacional de relato de sustentabilidade³⁸, dado pela estrutura da Agenda 21 da ONU, em que as três dimensões da tradicional *triple bottom line* são complementadas por uma dimensão institucional, referente à provisão e ao fortalecimento de plataformas para coordenação de esforços dentro e fora do setor. A agenda institucional foi incluída devido à carência de instrumentos normativos, de ações político-governamentais, de maior articulação de estratégias setoriais com relação à sustentabilidade e de relatos de sustentabilidade de empresas e produtos de construção.

A lista bruta de indicadores proposta por Silva em 2003 já segue as linhas gerais do formato CRISP. As recomendações da ISO TS 21929 (ISO, 2005b) devem ser utilizadas como filtro de seleção dos itens a integrarem o conjunto de indicadores nacionais.

Criação de uma base de valores de indicadores (locais, agregáveis regional e nacionalmente)

A construção de uma base de dados, ainda que rotinas automatizem a inserção de informações (mediante validação pelo(s) responsável(eis) pela pesquisa), é um procedimento exaustivo e de longo prazo.

É importante ressaltar que, mesmo a rede CRISP, aqui tomada como referência metodológica, tinha por objetivo cadastrar sistematicamente os indicadores de sustentabilidade relacionados à indústria da construção atualmente utilizados, mas

não os valores medidos ou atribuídos a cada um deles.

A criação de uma base de dados de referência (*benchmarks*) para cada indicador relevante é fundamental para dar significado ao resultado de avaliações e para balizar o estabelecimento e a atualização de metas de sustentabilidade. Chega-se então a outra lacuna de pesquisa no caso brasileiro, que poderá ser preenchida apenas através do refinamento contínuo de valores derivados inicialmente de literatura, pesquisa e levantamentos, na medida em que for realizado um número considerável de avaliações e mensurações, também segundo metodologia consensual e replicável.

Atualização contínua e ampla divulgação dos dados armazenados

Como as avaliações em si só fazem sentido quando o desempenho de referência é explicitamente definido, torna-se necessária a atualização da base de dados que, feita de modo contínuo, levará a números e, conseqüentemente, avaliações mais confiáveis e à definição de metas cada vez mais realistas. A divulgação desses valores de referência é importante para que o procedimento de avaliação seja replicável nacionalmente, enquanto sejam reconhecidas as diferenças e peculiaridades regionais que interferem na interpretação dos resultados das avaliações.

Considerações finais

Indicadores são procurados para mostrar tendências nacionais e internacionais de desenvolvimento social, econômico e ambiental, e para monitorar atentamente o progresso em relação a padrões sustentáveis de vida. Indicadores de desempenho são também utilizados no contexto de métodos para a avaliação ambiental de edifícios para mostrar melhoria em – e permitir comparações entre – edifícios individuais. Em ambas as aplicações, indicadores fornecem aos seus usuários a retroalimentação necessária ao fazer *benchmark* de desempenho e ilustrar a taxa e extensão do progresso, auxiliando na conscientização dos problemas ambientais e seus reflexos sociais e econômicos (ou vice-versa), e nivelando uma base para comparação entre tomada de decisões e planejamento estratégico.

A maior parte das métricas identificadas na revisão das iniciativas mundiais de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade concentra-se na dimensão ambiental e é mais apropriada para medir a saúde e a sustentabilidade de ecossistemas, comunidades ou componentes ambientais específicos, como água ou ar. Muitas dessas

³⁸ Utilizado, por exemplo, por IBGE (2002).

métricas não podem ser aplicadas a edifícios ou aos seus efeitos, uma vez que eles não permitem distinguir a parcela de contribuição relativa dos edifícios ou do ambiente construído à saúde ou à sustentabilidade de um dado ecossistema, comunidade ou componente ambiental de interesse.

Reconhece-se, neste trabalho, a dificuldade em relacionar informações obtidas na escala do edifício com o progresso do setor ou do país em quaisquer das dimensões da sustentabilidade. Defende-se, porém, a validade de se extrair indicadores relevantes para os edifícios que, ainda que não possam ser imediatamente agregados para formar uma medida global da sociedade, indiquem o caminho para cooperação no cumprimento de metas setoriais e nacionais e a produção de um ambiente construído pautada por atitudes mais responsáveis, com base na reflexão sobre seus efeitos no longo prazo.

A rede CRISP iniciou a organização de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído utilizados em diferentes países. Esforços semelhantes serão certamente impulsionados com a publicação da norma ISO específica, ora em desenvolvimento. As recomendações da ISO, apesar de ainda genéricas, lançam uma luz específica quanto à necessidade de padronização de definições e de metodologias para coleta e agregação de dados, e para a interpretação de indicadores.

O Brasil já conta com alguns esforços para estabelecer indicadores de sustentabilidade, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Para que o país possa avançar no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de seu ambiente construído é preciso: definir uma metodologia consensual para estruturar indicadores; coletar dados; definir indicadores nacionais, alinhados às tendências internacionais, assim como um bloco dos indicadores locais relevantes em cada caso; medir ou atribuir valores; e interpretar e, eventualmente, agregar indicadores. Uma base de dados robusta deve ser criada e mantida atualizada e amplamente acessível.

O DAC/FEC/UNICAMP iniciou a criação de um ambiente para armazenamento e monitoramento de indicadores de sustentabilidade do ambiente construído. Os primeiros números disponíveis na base de dados referem-se a edifícios de escritórios. Dados de edificações escolares serão adicionados ao longo dos próximos dois anos. Parte deles é aplicável a outras partes do país, mas deve-se ter sempre em mente que alguns desses dados são inevitavelmente regionalizados (partes do estado

de São Paulo) e poderão levar a análises equivocadas, sem a definição de seus pares nas demais regiões.

Um esforço em rede de abrangência nacional é necessário e deve ser considerado com atenção pelas agências de financiamento de pesquisa. Pesquisadores e instituições interessados em integrar essa iniciativa são convidados a inscreverem-se pelo e-mail braie@fec.unicamp.br.

Referências

- BARTELMUS, P. Towards a framework for indicators of sustainable development. **DESIPA Working Paper Series**, n. 7, 1994.
- BOURDEAU, L.; HUOVILA, P.; LANTING, R.; GILHAM, A. (Ed.). A comparison of visions from various countries. **CIB Report Publication 225**. CIB Working Commission W82 "Future Studies in Construction". May 1998. 119 f.
- CIB. INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CRISP). Construction-related sustainability indicators: setting targets and monitoring performance in the built environment. CIB Working Commission W82 "Future Studies in Construction". 2 f. Disponível em http://cic.vtt.fi/eco/w82/w82_indicators.pdf. Acesso em: 15 dez. 1999.
- CIRIA. CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION. Sustainable construction: company indicators. **CIRIA Report C563 (CIRIA's Project RP609)**. London: CIRIA/WS Atkins Consultants, 2001.
- COLE, R. J.; LARSSON, N. Green building challenge: lessons learned from GBC'98 and GBC2000. In: Sustainable Buildings 2000. **Proceedings...** Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, Oct. 22-25 2000. p. 213-215.
- COLE, R. Sustainable Building: Indicators of progress. **Sustainable Building**, n. 4, p. 17, 2002.
- CRISP NETWORK. Construction-related sustainability indicators. **CRISP Newsletter**, n. 1, July 2001. 6 f.
- DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS: LONDON – DETR. **Building a better quality of life: a strategy for more sustainable construction**. Apr. 2000. 33 f.
- DESA. UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/ DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **Work Programme on Indicators of**

Sustainable Development of the Commission on Sustainable Development. Division for Sustainable Development, Apr. 1999a.

DESA. UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/
DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. CSD Theme Framework and Indicators of Sustainability. **Final Draft.** Price Waterhouse Coopers for Division for Sustainable Development, Nov. 18, 1999b.

DESA. UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/
DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. UN **Working List of Indicators of Sustainable Development.** 1996. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/english/worklist.htm>>.

DESA. UNITED NATIONS DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT/
DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. Indicators of sustainable Development: Framework and methodologies. **Background Paper**, n. 3. DESA/DSD/2001/3. Apr. 2001. 294 f.

DPCSD. DEPARTMENT FOR POLICY COORDINATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. UN DSD Development Watch. **Report Extract.** DPCSD/United Nations Division for Sustainable Development. s.d. Disponível em: <<http://www.nssd.net/references/SDInd/UNSDSD.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2002.

EEA. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Environmental indicators: typology and overview. **Technical Report**, n. 25. Smeets, E. & Wetering, R. Copenhagen, 1999. 19 f.

EUROSTAT. EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE. **Energy and environment indicators - 1985 - 2000.** Eurostat, Luxembourg, 2002.

EUROSTAT. EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE. **Environmental pressure indicators for the EU - 1985 - 1998.** 2. ed. EUROSTAT, Luxembourg, 2001.

EUROSTAT. EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE. **Towards Environmental Pressure Indicators.** Eurostat, Luxembourg, 1999.

GIBBERD, J. Developing a sustainable development approach for building and construction processes. In: CIB 2003 International Conference on Smart and Sustainable Built Environment (SASBE 2003), Nov. 19-21 2003. **Proceedings...** Brisbane, 2003.

HÄKKINEN, T.; HUOVILA, P.; BOURDEAU, L.; NIBEL, S. CRISP NETWORK on Construction and

City related Sustainability Indicators: Structuring of Indicators and status of work. In: Sustainable Building 2002 (SB02). **Proceedings...** Oslo, 2002. 6 f.

HAMMOND, A. L. et al. **A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** World Resources Institute (WRI), Washington D.C., 1994. 50 f.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION TC 59/SC3. **ISO CD 21.931 (ISO TC59/SC3/N501).** Buildings and constructed assets – Sustainability in Building – Framework for assessment of environmental performance of buildings. Geneva, 2003b. (Committee draft de circulação restrita).

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION TC59/SC17/WG2. **ISO TS 21.929.** Sustainability in building construction – Sustainability indicators – part 1: Framework for the development of indicators for buildings. Geneva, 2005b. (Documento em desenvolvimento, circulação restrita).

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION TC59/SC17/WG4. **ISO PDS 21.931.** Sustainability in building construction: framework for methods of assessment for environmental performance of construction works. Part 1: Buildings. Geneva, 2005c. (Documento em desenvolvimento, circulação restrita).

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14.042.** Environmental management – Life-cycle assessment. Life-cycle impact assessment. Geneva, 2000.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. TC 59/SC3. **ISO AWI 21.932.** Buildings and constructed assets – Sustainability in Building – Sustainability indicators. Geneva, 2002c. (Approved Work, item de circulação restrita).

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. TC59/SC17/WG1. **ISO AWI 15.392.** Building construction – Sustainability in building construction – General Principles. 2005a. (Approved Work, item de circulação restrita).

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. A.; ABIKO, A. K.; PRADO, R. T. A.; GONÇALVES, O. M.; SOUZA, U. E. Agenda 21 for the Brazilian construction industry: a proposal. In: Construction and Environment: from theory into practice. 23-24 Nov. 2000. **Proceedings...** São Paulo, CIB/PCC.USP, 2000. (Publicado em CD-ROM).

- JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL, 2., e ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1. **Anais...** ANTAC/UFRGS, Canela, RS, 24-27 abr. 2001. p. 91-98.
- OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Developing OECD Agri-Environmental Indicators.** July 30, 1996. Paris, France. (Mimeograph).
- OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. OECD Council Recommendation on Environmental Indicators and Information. 1991.
- OECD. ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. a synthesis report by the Group on the State of the Environment. **Environment Monographs**, n. 83. 1993. 39 f.
- REPPE, P. (Ed.) Environmentally Sustainable Non-Residential Buildings: sustainability indicators. In: NATIONAL SUSTAINABLE BUILDINGS WORKSHOP, Part I, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99-08. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. Nov. 1999a. 12 f.
- REPPE, P. (Ed.). Environmentally Sustainable Non-Residential Buildings: sustainability obstacles. In: National Sustainable Buildings Workshop, Part II, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99-09. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. Nov. 1999b. 8 f.
- REPPE, P. (Ed.). Environmentally Sustainable Non-Residential Buildings: Implementation Strategies. In: National Sustainable Buildings Workshop, Part III, Oct. 8-9, 1999. **Proceedings...** Center For Sustainable Buildings Report No. CSS99-10. University of Michigan, Ann Arbor – Michigan. November, 1999c. 10 f.
- SEGNESTAM, L. Environmental Performance Indicators: a second edition note (on the Performance Monitoring Indicators Handbook, 1996). **Environment Department Paper**, n. 71. Environmental Economics Series. The International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington, D.C. Oct. 1999. 52 f.
- SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e base metodológica. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Environmental assessment of buildings: towards an appropriate approach to Brazilian environmental Agenda. In: Sustainable Building 2002. **Proceedings...** iiSBE/CIB/Bigforsk: Oslo, Norway. 23-25 Sept. 2002. (Published in CD-ROM).
- TODD, J. A.; JOHN, C. **Draft List of Potential Indicators of “Sustainability” or Environmental Performance for Discussion by GBC International Framework Committee Indicators Work Group.** Sept. 18, 2001. (Documento de circulação restrita).
- UNITED KINGDOM GOVERNMENT. A better quality of life: a strategy for sustainable development for the UK. **Cm 4345.** The Stationery Office, London, 1999.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. Human Development Report, 1990.
- UNITED NATIONS. **Earth Summit Agenda 21.** United Nations Conference on Environment and Development – UNCED. Rio de Janeiro. June 1992. Rio de Janeiro. Brasília: Senado Federal, 1996. 585 f. (Versão em português: Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992).
- UNSTAT. UNITED NATIONS STATISTICAL DIVISION. **Activities of the Environment Statistics Section of the United Nations Statistics Division.** 2002b. Disponível em: <<http://unstats.un.org/UNSTAT/ENVIRONMENT/activities.htm>>. Acesso em: 2 mar. 2002.
- UNSTAT. UNITED NATIONS STATISTICAL DIVISION. A Framework for the Development of Environment Statistics, 1984.
- VINOGRAD, M. **Environmental indicators for Latin American and the Caribbean:** toward land use sustainability. World Resources Institute (WRI), Washington D.C., 1995. 84 f.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint:** reducing human impact on the Earth. The new catalyst Bioregional Series, v. 9. New Society Publishers, Gabriola Island, B.C., Canada, 1995. 160 f.